

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. September 2003 (04.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/072397 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: B60R 16/02

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Akteuzeichen: PCT/DE03/00250

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Januar 2003 (30.01.2003)

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAAS, Hardy
[DE/DE]; Silberstrasse 3, 71254 Dietzingen-Schoeckin-
gen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

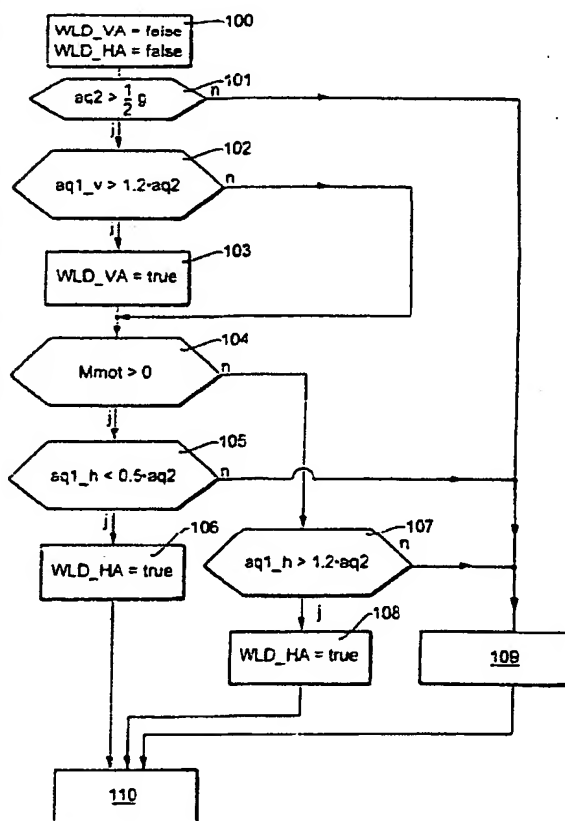
(30) Angaben zur Priorität:
102 08 619.2 27. Februar 2002 (27.02.2002) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR RECOGNISING RAISED WHEELS OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERKENNUNG ABGEHOBENER FAHRZEUGGRÄDER



(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting a cross-dynamically dangerous operating state of a vehicle, wherein a variable describing the rotational speed of a wheel is determined for at least one wheel on an axle; a first variable describing the cross-dynamics of the vehicle is determined from at least one variable describing the rotational speed of the wheel; at least one second variable describing the cross-dynamics of the vehicle is determined from sensor signals and the cross-dynamically dangerous operating state is recognised at least as a function of the first variable as the cross-dynamics of the vehicle and the second variable describing the cross-dynamics of the vehicle. The invention is characterised in that the cross-dynamically dangerous operating state of the vehicle is defined by the raising of said wheel of the axle from the road or by an immediate risk that the wheel will become raised, whereby the cross-dynamically dangerous operating state of the vehicle is determined according to the engine torque acting upon said axle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Erkennung eines querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes eines Fahrzeugs, bei dem - für wenigstens ein Rad einer Achse eine die Raddrehzahl beschreibende Größe ermittelt wird, - aus wenigstens der einen die Raddrehzahl beschreibenden Größe eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe ermittelt wird, - aus Sensorsignalen wenigstens eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende zweite Größe ermittelt wird und - wenigstens abhängig von der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden ersten Größe und der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden zweiten Größe der querdynamisch gefährliche Betriebszustand erkannt wird. Der Kern der Erfindung besteht darin, dass, - der

WO 03/072397 A1

querdynamisch

BEST AVAILABLE COPY



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

gefährliche Betriebszustand durch das Abheben dieses Rades der Achse von der Fahrbahn oder durch eine diesem Rad unmittelbar drohende Gefahr des Abhebens definiert ist und - dass die Ermittlung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes abhängig

5

0 Verfahren und Vorrichtung zur Erkennung abgehobener Fahr-
 zeugräder

 Stand der Technik

5 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Erkennung ei-
 nes querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes eines Fahr-
 zeugs.

0 Aus der DE 197 51 925 A1 sind ein Verfahren und eine Vor-
 richtung zur Erkennung einer Kipptendenz um eine in Längs-
 richtung eines Fahrzeugs orientierte Fahrzeugachse bekannt.

5 Hierzu wird für wenigstens ein Rad eine die Raddrehzahl be-
 schreibende Größe und wenigstens eine die Querdynamik des
 Fahrzeugs repräsentierende Größe ermittelt. In Abhängigkeit
 von einer die Querdynamik des Fahrzeugs repräsentierenden
 Größe werden an wenigstens einem Rad kurzzeitig Brems-
 und/oder Antriebsmomente erzeugt und/oder verändert. Während
 die Brems- und/oder die Antriebsmomente an dem wenigstens
 einen Rad kurzzeitig erzeugt und/oder verändert werden
 und/oder nachdem diese erzeugt und/oder verändert wurden,
 wird für wenigstens dieses eine Rad, in Abhängigkeit von der
 die Raddrehzahl dieses Rades beschreibenden Größe, eine das
 Radverhalten quantitativ beschreibende Größe ermittelt. In
 Abhängigkeit dieser Größe wird ermittelt, ob für das Fahr-

zeug eine Kipptendenz um eine in Längsrichtung des Fahrzeuges orientierte Fahrzeugachse vorliegt.

5 Aus der DE 198 56 303 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen der Gefahr des Umkippens eines Kraftfahrzeugs bekannt. Darin wird der Wankwinkel eines mindestens einachsigen und mindestens zweirädrigen in einer Kurvenfahrt befindlichen Fahrzeugs, das mit einer im wesentlichen in der Horizontalebene des Fahrzeugs die am Schwerpunkt des Kraftfahrzeugs angreifende Querschleunigung sensierenden Querschleunigungssensorik ausgestattet ist, ermittelt. Um ein Verfahren zu schaffen, das ohne eine zusätzliche Sensorik auskommt und dabei von gegebenen Fahrzeugeigenschaften und

10 Fahrzeuggrößen weitestgehend unabhängig ist, wird
15 -während der Kurvenfahrt mittels der Querschleunigungssensorik die im wesentlichen in der Horizontalebene wirkende Komponente der Querschleunigung erfasst,
-eine mit der am Schwerpunkt angreifenden Zentrifugalbeschleunigung korrelierende Zustandsgröße ermittelt,
20 -und aus der mit einem Faktor gewichteten Differenz zwischen der erfassten Komponente der Querschleunigung und der ermittelten Zentrifugalbeschleunigung der Wankwinkel des Fahrzeugs berechnet.

25 Die Merkmale der Oberbegriffe der unabhängigen Ansprüche gehen aus der DE 198 56 303 A1 hervor.

Vorteile der Erfindung

0 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Erkennung eines querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes eines Fahrzeugs, bei dem
- für wenigstens ein Rad einer Achse eine die Raddrehzahl
5 beschreibende Größe ermittelt wird,

- aus wenigstens der einen die Raddrehzahl beschreibenden Größe eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe ermittelt wird,
- aus Sensorsignalen wenigstens eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende zweite Größe ermittelt wird und
- wenigstens abhängig von der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden ersten Größe und der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden zweiten Größe der querdynamisch gefährliche Betriebszustand erkannt wird.

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass,

- der querdynamisch gefährliche Betriebszustand durch das Abheben dieses Rades dieser Achse von der Fahrbahn oder durch eine diesem Rad unmittelbar drohende Gefahr des Abhebens definiert ist und
- dass die Ermittlung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes abhängig von dem auf diese Achse des Rades wirkenden Motormoment erfolgt.

Dadurch ist eine robuste und einfach zu realisierende Möglichkeit gegeben, eine unmittelbare Abhebegefahr bzw. das Abheben eines Rades zu erkennen, da insbesondere die Raddrehzahlen und das Motormoment in nahezu allen modernen Fahrzeugen als ermittelte Größen zur Verfügung stehen. Zugleich eröffnet die Erfindung die Möglichkeit, abgehobene Fahrzeugräder ohne Testbremsungen oder Testbeschleunigungen zu detektieren.

Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, dass die dem Rad unmittelbar drohende Gefahr des Abhebens dadurch gekennzeichnet ist, dass der Radschlupf des Rades einen von Null nennenswert verschiedenen Wert hat. Der Abhebeprozess eines Rades vom Boden beginnt mit einem Anwachsen des Radschlupfwertes, da der Kontakt vom Reifen zur Fahrbahn verloren geht. Damit ist eine Abnahme des Reibwertes zwischen

Reifen und Fahrbahn verbunden. Diese Eigenschaft wird hier ausgenutzt.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden ersten und zweiten Größe um die Querbeschleunigung repräsentierende Größen (bzw. die Querbeschleunigung) handelt. Diese Größe kann mit Sensormitteln auf einfache Weise erfasst werden. Als Eingangsgrößen werden damit lediglich die Querbeschleunigung, die Raddrehzahlen und das Motormoment benötigt. Insbesondere arbeitet das Verfahren ohne eine aufwendige Drucksensorik.

Es ist von Vorteil, wenn bei der Ermittlung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes unterschieden wird, ob das Rad einer angetriebenen oder einer nicht angetriebenen Achse angehört. Räder dieser unterschiedlichen Achsen unterscheiden sich, wenn sie nahezu vollständig oder sogar vollständig von der Fahrbahn abgehoben haben, ganz wesentlich im Drehverhalten voneinander. Sie unterscheiden sich auch im Drehverhalten von den nicht von einer Abhebegefahr bzw. nicht vom Abheben betroffenen Rädern. Dieser Unterschied wird bei dieser Erfindung ausgenutzt.

Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass das Rad einer angetriebenen Achse angehört, durch Auswertung des auf diese Achse wirkenden Motormoments weiter unterschieden wird, ob sich das Fahrzeug im Zugbetrieb oder im Schubbetrieb befindet. Auch hier tauchen wesentliche und leicht erkennbare Unterschiede im Drehverhalten auf.

Es ist von Vorteil, wenn die Erkennung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes nur stattfindet, wenn der Betrag der Querbeschleunigung einen vorgebbaren Schwellenwert

überschreitet. Durch weichen Untergrund wie Schnee oder Sand können Radgeschwindigkeiten auch bei Geradeausfahrt derart verfälscht werden, dass sie als Radabheben fehlinterpretiert werden. Deshalb wird durch eine Abfrage sichergestellt, dass sich das Fahrzeug auf hohem Reibwert in einer Kurve befindet.

Eine vorteilhafte Ausführungsform liegt vor, wenn der querdynamisch gefährliche Betriebszustand durch Auswertung von Ungleichungen ermittelt wird, in welche die die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe und die die Fahrzeugquerdynamik beschreibende zweite Größe eingehen und wenn die Form der Ungleichung durch das auf die Achse des Rades wirkende Motormoment (M_{mot}) bestimmt wird. Diese Ungleichungen können in unaufwendiger Weise in einem Steuergerät (z.B. dem Steuergerät einer Fahrdynamikregelung) hinterlegt werden.

Die Formulierung, dass

„aus wenigstens der einen die Raddrehzahl beschreibenden Größe eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe ermittelt wird“

berücksichtigt die Möglichkeit, dass eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe aus der einen die Raddrehzahl beschreibenden Größe und einer weiteren Größe, beispielsweise dem Lenkwinkel, ermittelt wird. Selbstverständlich ist es denkbar, wie auch im Ausführungsbeispiel beschrieben, dass aus wenigstens zwei die Raddrehzahl beschreibenden Größen eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe ermittelt wird.

Es ist sogar denkbar, dass aus wenigstens zwei die Raddrehzahl beschreibenden Größen eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe ermittelt wird, wobei die wenigstens

zwei die Raddrehzahl beschreibenden Größen zwei Rädern einer Achse zugeordnet sind.

Die Erfindung umfasst auch eine die Anordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Zeichnung

Die Zeichnung besteht aus den Figuren 1 bis 4.

In Fig. 1. ist der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in einfacher Form für ein heckgetriebenes Fahrzeug dargestellt.

In Fig. 2 ist der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in komplexerer Form für ein mit Allradantrieb betreibbares Fahrzeug dargestellt

In Fig. 3 ist die Wirkungsweise der Erfindung anhand gemessener Signalverläufe dargestellt.

In Fig. 4 ist der Aufbau der Vorrichtung zur Erkennung querdynamisch gefährlicher Betriebszustände dargestellt.

Ausführungsbeispiele

In den Ausführungsbeispielen wird das Verfahren anhand von Querbeschleunigungssignalen erläutert. Das Verfahren basiert auf einem Vergleich des von einem Querbeschleunigungssensor gelieferten zweiten Querbeschleunigungssignals und einem aus den Raddrehzahlen berechneten ersten Querbeschleunigungssignal. Die Berechnung des ersten Querbeschleunigungssignals a_{q1} aus den Raddrehzahlen der beiden Räder einer Achse kann beispielsweise anhand der Beziehung

$$a_{q1} = (v_{\text{vaussen}} - v_{\text{vinnen}}) \cdot v_0 / S$$

erfolgen. Dabei ist v_{vaussen} die Radgeschwindigkeit des kurvenäußeren Rades, v_{vinnen} ist die Radgeschwindigkeit des kurveninneren Rades, v_0 ist die Fahrzeuggeschwindigkeit und S ist die Spurweite des Fahrzeugs. Diese Beziehung liefert nur dann die richtige Querbeschleunigung, wenn der Radschlupf der Räder mit Null angenommen wird. Bei einem unmittelbar bevorstehenden Abheben der Räder oder bei abgehobenen Rädern ist dies nicht mehr der Fall, da dann der Schlupf wesentlich von Null verschiedene Werte annimmt. Bei durchdrehenden Rädern (das Fahrzeug bewegt sich nicht, d.h. die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ist Null) nimmt der Radschlupf den Maximalwert 1 an.

Deshalb basiert die Erfindung darauf, dass bei einem nahezu vollständig oder vollständig abgehobenen Rad von der Fahrbahn signifikante Fehler des aus den Raddrehzahlen berechneten ersten Querbeschleunigungssignals auftreten, welche als Radentlastungen interpretiert werden können.

Der Einfachheit halber gilt im folgenden die folgende Nomenklatur: Wenn von einem angehobenen Rad die Rede ist, dann ist nicht nur ein vollständig abgehobenes Rad damit gemeint, sondern auch ein nahezu vollständig abgehobenes Rad (welches noch einen schwachen Kontakt zur Fahrbahnoberfläche aufweist).

Die Fehler des aus den Raddrehzahlen berechneten ersten Querbeschleunigungssignals werden im folgenden klassifiziert:

Fall 1:

An der nicht angetriebenen Achse verringert sich die Raddrehzahl des abgehobenen kurveninneren Rades infolge von Lagerreibung und möglicherweise schleifender Bremsbeläge. Da-

durch vergrößert sich die Drehzahldifferenz zum kurvenäußeren Rad, die Radgeschwindigkeitsdifferenz (vaussen-vinnen) wird größer. Es tritt damit eine deutliche Überhöhung der berechneten ersten Querbeschleunigung a_{q1} gegenüber der gemessenen zweiten Querbeschleunigung a_{q2} auf.

Fall 2:

Es wird ein Rad an der angetriebenen Achse mit einem auf die Achse antreibend wirkenden Motormoment $M_{mot} > 0$ betrachtet. Das Fahrzeug befindet sich im Zugbetrieb. Da sich ein nahezu abgehobenes oder vollständig abgehobenes kurveninneres Rad nahezu frei drehen kann, tritt nun ein zunehmender Antriebschlupf des Rades auf und die Raddrehzahldifferenz zum entsprechenden kurvenäußeren Rad verringert sich. Damit ergibt die berechnete erste Querbeschleunigung einen zu geringen Wert.

Fall 3:

Es wird ein Rad an der angetriebenen Achse mit einem auf die Achse bremsend wirkenden Motormoment $M_{mot} < 0$ betrachtet. Das Fahrzeug befindet sich im Schubbetrieb. Es tritt ein leichter Schleppschlupf des Rades auf und die Raddrehzahldifferenz zum entsprechenden kurvenäußeren Rad vergrößert sich. Damit ergibt die berechnete erste Querbeschleunigung analog dem Fall der nicht angetriebenen Achse einen zu großen Wert.

In Figur 1 wird das erfindungsgemäße Verfahren für ein heckgetriebenes Fahrzeug dargestellt. Beim heckgetriebenen Fahrzeug sind die Räder der Vorderachse die nicht angetriebenen Räder, die Räder der Hinterachse werden als angetriebene Räder bezeichnet. Von einer Abhebegefahr betroffen sind stets die kurveninneren Räder. Deshalb wird dem kurveninneren Vorderrad (bzw. der Vorderachse) und dem kurveninneren Hinter-

rad (bzw. der Hinterachse) jeweils ein Flag zugeordnet, dessen Zustand anzeigt,

- ob das Rad von einer unmittelbaren Abhebegefahr betroffen ist oder sogar bereits abgehoben hat,
- 5 - oder ob keinerlei Abhebegefahr für das Rad besteht.

Zuerst werden in Block 100 die Flags für das kurveninnere Hinterrad (WLD_HA) und das kurveninnere Vorderrad (WLD_VA) so gesetzt, dass sie auf keine Abhebegefahr hinweisen:
WLD_HA = false und WLD_VA = false.

0 Dabei kennzeichnet WLD_VA = false, dass das kurveninnere Rad der Vorderachse nicht abgehoben hat. WLD_HA = false kennzeichnet, dass das kurveninnere Rad der Hinterachse nicht abgehoben hat.

5 Der Zustand dieser Flags soll nun mit dem Verfahren überprüft werden. Dazu findet in Block 101 eine erste Abfrage $a_{q2} > 0.5 \cdot g$ statt. a_{q2} ist die beispielsweise mit einem Querschleunigungssensor gemessene Querschleunigung, $0.5 \cdot g$ ist die halbe Erdbeschleunigung und steht als Beispiel
0 für einen Schwellenwert. Überschreitet die Querschleunigung a_{q2} diesen Schwellenwert nicht, dann wird in Block 101 zu Block 109 weiterverzweigt. In Block 109 können beispielsweise weitere Auswertemöglichkeiten implementiert werden. Das ist physikalisch dadurch begründet, dass die Querschleunigung keine kritische Schwelle überschritten hat und
5 damit keine Abhebegefahr für die Räder besteht. Überschreitet allerdings die Querschleunigung a_{q2} die kritische Schwelle $0.5 \cdot g$, dann findet in Block 102 eine weitere Abfrage statt. Diese lautet:

0 $a_{q1_v} > 1.2 \cdot a_{q2}$

Durch diese Abfrage wird überprüft, ob bei der nicht angetriebenen Vorderachse das kurveninnere Rad abgehoben hat
5 (hier wird der bereits erwähnte Fall 1 überprüft). Ist diese Bedingung erfüllt, d. h. es wird ein Abheben oder ein unmittel-

telbar bevorstehendes Abheben des kurveninneren Vorderrades festgestellt, dann wird in Block 103 das Flag, welches dem kurveninneren Vorderrad bzw. der Vorderachse zugeordnet ist, in denjenigen Zustand gesetzt, in welchem ein Abheben signalisiert wird: WLD_VA = true. Ist die Abfragebedingung in Block 102 jedoch nicht erfüllt, dann wird zu Block 104 weiterverzweigt. Der Wert 1.2 ist nur beispielhaft gewählt.

Nachdem in den Blöcken 102 und 103 der Zustand des kurveninneren Vorderrades festgestellt wurde, wird nun ab Block 104 das kurveninnere Hinterrad untersucht. Dazu wird folgende Abfrage in Block 104 durchgeführt: $M_{mot} > 0$? M_{mot} ist dabei die vom Motor abgegebene Leistung. Ist $M_{mot} > 0$ dann befindet sich das Fahrzeug im Zugbetrieb, ist $M_{mot} < 0$ dann befindet sich das Fahrzeug im Schubbetrieb. Ist die Bedingung 104 erfüllt dann wird in Block 105 eine erneute Abfrage durchgeführt. Diese lautet:

$$aq1_H < 0.5 * aq2$$

Hier sei erwähnt, dass der Wert 0.5 nur beispielhaft gewählt ist. Es ist insbesondere auch denkbar, anstelle des Wertes 0.5 den Wert 0 zu wählen. In diesem Fall lautet die Abfragebedingung $aq1_h < 0$ und ein Radabheben wird dann detektiert, wenn die aus den Raddrehzahlen der Hinterachse berechnete Querschleunigung $aq1_h$ ein entgegengesetztes Vorzeichen gegenüber der ermittelten Querschleunigung $aq2$ aufweist.

Durch die Abfrage in Block 105 wird überprüft, ob im Zugbetrieb ($M_{mot} > 0$) das kurveninnere Hinterrad abgehoben hat (das entspricht dem eingangs erwähnten Fall 2). Hat dieses Rad abgehoben, d. h. die Bedingung in Block 105 kann mit ja beantwortet werden, dann wird in Block 106 das dem kurveninneren Hinterrad zugeordnete Flag so gesetzt, dass es einen Abhebezustand anzeigt: WLD_HA = true

Wird diese Bedingung mit nein beantwortet, dann wird zu Block 109 weiterverzweigt, es hat kein Rad der Hinterachse abgehoben.

Ist allerdings die Bedingung $M_{mot} > 0$ in Block 104 nicht erfüllt, d. h. das Fahrzeug befindet sich im Schubbetrieb dann wird in Block 107 die Abfrage $a_{q1_h} > 1.2 * a_{q2}$ durchgeführt (dies entspricht dem eingangs erwähnten Fall 3). Wird diese Abfrage mit Nein beantwortet, dann wird zu Block 109 weiterverzweigt, es hat kein Rad der Hinterachse abgehoben.

Wird diese Abfrage mit Ja beantwortet, dann wird in Block 108 festgestellt, dass das kurveninnere Hinterrad abgehoben hat. Die Ausgangssignale der Blöcke 106, 108 und 109 werden an Block 110 weitergeleitet. Dieser Block kennzeichnet das Ende des Verfahrens. Es ist möglich Block 110 wiederum mit Block 100 zu verbinden, d.h. nach Ablauf des Verfahrens findet eine erneute Überprüfung des Zustandes der Räder statt. Das Verfahren kann damit in regelmäßigen oder unregelmäßigen Zeitabständen immer wieder ablaufen.

Die Erkennung eines abgehobenen Fahrzeugrades erfolgt ebenfalls in Block 110 durch Auswertung der Flags WLD_VA und WLD_HA. Damit können beispielsweise geeignete Maßnahmen gegen das Abheben von Rädern eingeleitet werden.

In Figur 2 ist der Algorithmus für ein mit Allradantrieb betreibbares Fahrzeug dargestellt. Dabei wird ein Fahrzeug mit zuschaltbarem Allradantrieb betrachtet und es wird folgende Sprachregelung verwendet:

- die „angetriebene Achse“ ist diejenige Achse des Fahrzeugs, welche (auch bei abgeschaltetem Allradantrieb) angetrieben ist.
- Als „nicht angetriebene Achse“ wird diejenige Achse bezeichnet, welche über den Allradantrieb zuschaltbar ist.

In Block 300 beginnt das erfindungsgemäße Verfahren. In Block 301 findet anschließend eine Reihe von Überprüfungen statt.

5

Überprüfung 1: Es wird überprüft, ob das Bremslicht aktiviert ist.

10

Überprüfung 2: Es wird überprüft, ob momentan ein Reifentoleranzabgleich stattfindet.

Überprüfung 3: Es wird überprüft, ob der Querschleunigungssensor in Ordnung ist.

15

Überprüfung 4: Es wird überprüft, ob das Differential der Querschleunigung dividiert durch das Differential der Zeit, d.h. die zeitliche Änderung der Querschleunigung, einen vorgebbaren Schwellenwert überschreitet.

20

Überprüfung 5: Es wird überprüft, ob ein aktiver Bremseneingriff durch ein Fahrdynamikregelungssystem oder ein anderes System wie ASR oder ABS stattfindet.

25

Ist wenigstens eine dieser Bedingungen erfüllt, dann wird in Block 302 ein Zeitzähler TSP auf den Wert 800 ms gesetzt (der Wert 800 ms ist nur beispielhaft gewählt). Das bedeutet, dass für dieses Zeitintervall (= Sperrzeitraum) keine Überprüfung stattfinden soll, ob ein Rad angehoben hat. Sind alle Bedingungen zugleich nicht erfüllt, dann wird zu Block 303 weiterverzweigt. In Block 303 findet eine Dekrementation der Zeit statt: $TSP = TSP - dT$. dT ist dabei eine Zeitkonstante, beispielsweise in der Größenordnung von 10 ms. Anschließend werden in Block 304 die Flags folgendermaßen gesetzt. $WLD = false$, $WLD_NA = false$ und $WLD_AN = false$. Dabei kennzeichnet WLD , ob zumindest ein Rad abgehoben hat. WLD_NA kennzeichnet, ob ein Rad einer nicht angetriebenen Achse ab-

30
5

gehoben hat und WLD_AN kennzeichnet, ob ein Rad einer angetriebenen Achse abgehoben hat (der Status „true“ dieser Flags kennzeichnet stets, dass das entsprechende Rad abgehoben hat).

In Block 305 finden anschließend zwei Abfragen $TSP = 0$ und $aq2 > S1$ statt. Hier wird überprüft,

- ob der Sperrzeitraum TSP bereits beendet ist und
- ob die gemessene Querb beschleunigung $aq2$ einen ersten Schwellenwert $S1$ überschreitet.

Sind nicht beide Bedingungen zugleich erfüllt, dann wird zu Block 306 weiterverzweigt. Dort wird abgefragt, ob $WLD_AN = true$ erfüllt ist und ob zugleich $WLD_NA = true$ erfüllt ist. Ist dies nicht der Fall, dann wird zu Block 308 weiterverzweigt, welcher das Ende des erfindungsgemäßen Verfahrens kennzeichnet. Sind beide Bedingungen dagegen erfüllt, wird in Block 307 das Flag $WLD = true$ gesetzt. Das bedeutet, dass beide kurveninneren Räder abgehoben haben. Anschließend wird zu Block 308 weitergegangen. Von Block 308 wird zu Block 300 zurückverzweigt und das Verfahren läuft erneut ab.

Sind jedoch beide Bedingungen in Block 305 erfüllt, dann wird nachgeprüft, ob das vom Motor abgegebene Moment M_{mot} kleiner oder größer als Null ist, d.h. ob sich das Fahrzeug im Schubetrieb ($M_{mot} < 0$) oder im Zugbetrieb ($M_{mot} > 0$) befindet.

Ergibt die Prüfung in Block 310, dass $M_{mot} < 0$ erfüllt ist (d.h. das Fahrzeug befindet sich im Schubetrieb) dann findet in Block 320 eine weitere Abfrage statt. Dort wird überprüft, ob $aq1_NA > S2$ ist. Dabei ist $aq1_NA$ die aus den Radrehzahlen der nicht angetriebenen Räder berechnete Querb beschleunigung. Ist diese Bedingung erfüllt, dann wird in Block 321 das Flag $WLD_NA = true$ gesetzt. Das bedeutet, dass das kurveninnere Rad der nicht angetriebenen Achse abgehoben hat. Ist die Bedingung in Block 320 jedoch nicht erfüllt,

dann wird direkt zu Block 322 weitergegangen. Block 321 liefert ebenfalls sein Ausgangssignal an Block 322.

5 In Block 322 findet eine weitere Abfrage statt: $aql_AN > S3$?
Dabei ist aql_AN die aus der Raddrehzahldifferenz der Räder der angetriebenen Achse berechnete Querschleunigung. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, dann wird zu Block 306 weiterverzweigt. Ist diese Bedingung jedoch erfüllt, dann wird in Block 323 das Flag $WLD_AN = true$ gesetzt, d.h. das kurveninnere angetriebene Rad hat abgehoben. Danach wird ebenfalls zu Block 306 weitergegangen.

15 Nun wird der Fall $Mmot > 0$ betrachtet. Die Bedingung in Block 310 ist nicht erfüllt, das Fahrzeug befindet sich im Zugbetrieb. Deshalb lautet in Block 330 die erste Abfrage $aql_AN < S4$. Dabei ist aql die aus den Raddrehzahlen der angetriebenen Räder berechnete Querschleunigung. $S4$ ist ein wählbarer Schwellenwert. Ist die Bedingung in Block 330 nicht erfüllt, dann wird zu Block 332 weitergegangen. Ist die Bedingung erfüllt, dann wird in Block 331 das Flag $WLD_AN = true$ gesetzt, d.h. ein angetriebenes Rad hat abgehoben. Anschließend wird ebenfalls zu Block 332 weitergegangen.

25 In Block 332 findet eine Abfrage bzgl. des Flags $Four_WD$ statt: $Four_WD = true$? Damit wird überprüft, ob ein Allradantrieb aktiviert ist. Damit wird der Zustand der nicht angetriebenen Achse abgefragt.

0 Ist der Allradantrieb aktiviert, d.h. $Four_WD = true$, dann findet in Block 333 die Abfrage $aql_NA < S5$ statt. Hier wird eine Querschleunigung aus der Drehzahldifferenz der nicht angetriebenen Räder berechnet. Es ist hierbei zu beachten, dass die „nicht angetriebenen Räder“ in diesem Fall über die Allradsteuerung dem Antrieb zugeschaltet sind, d.h. sie sind ebenfalls angetrieben. Ist die Bedingung in Block 333 er-

füllt, dann wird in Block 334 die Variable $WLD_NA = true$ gesetzt, d.h. das „nicht angetriebene“ kurveninnere Rad hat abgehoben (auch hier wieder die Randbemerkung, dass dieses Rad im momentanen Betriebszustand durch die Zuschaltung des Allradantriebes angetrieben ist). Ist diese Bedingung allerdings nicht erfüllt, dann wird zu Block 306 weiterverzweigt. Von Block 334 wird ebenfalls zu Block 306 weitergegangen.

Ist die Bedingung 332 allerdings nicht erfüllt, dann folgt in Block 335 eine Abfrage $aq1_NA > S6$. $S6$ ist dabei ein wählbarer Schwellenwert. Diese Räder sind nun nicht angetrieben, denn in Block 332 wurde die Allradschaltung als nicht aktiviert detektiert ($Four_WD = false$). Ist die Bedingung in Block 335 nicht erfüllt, dann wird zu Block 306 weiterverzweigt, ist die Bedingung jedoch erfüllt, dann findet in Block 336 die Feststellung $WLD_NA = true$ statt, d.h. das nicht angetriebene kurveninnere Rad hat abgehoben. Anschließend wird zu Block 306 weitergegangen.

Die Blöcke 306, 307 und 308 wurden bereits beschrieben. Es ist möglich von Block 308 zu Block 300 zurückzuverzweigen. In diesem Fall wird das Verfahren erneut abgearbeitet.

Als nächstes soll Fig. 3 diskutiert werden. In Abszissenrichtung ist in Fig. 3 die Zeit t in Sekunden dargestellt. In Ordinatenrichtung sind links zwei Achsen eingezeichnet. Entlang der linken Ordinatenachse ist die Radgeschwindigkeit v in m/s aufgetragen, entlang der rechten Ordinatenachse ist die Querschleunigung in Einheiten der Erdbeschleunigung g aufgetragen.

Nun werden die in Fig. 3 eingezeichneten Kurven erläutert:

- die oberste dieser Kurven ist die anhand der Raddrehzahlen der Vorderachse berechnete Querschleunigung $aq1_v$,
- danach folgt die gemessene Querschleunigung $aq2$,

- die dritte Kurve von oben ist die anhand der Raddrehzahlen der Hinterachse berechnete Querbeschleunigung a_{q1_h} . Für diese Kurven gilt in Ordinatendrichtung die mit a_q bezeichnete Ordinate.

5

Die unteren 4 eingezeichneten Kurven sind (in der Reihenfolge von oben nach unten)

- die Geschwindigkeiten v_{VR} des rechten Vorderrades und v_{HR} des rechten Hinterrades,
- die Geschwindigkeit v_{HL} des linken Hinterrades und
- die Geschwindigkeit v_{VL} des linken Vorderrades.

10

Für diese Kurven gilt in Ordinatendrichtung die mit v bezeichnete Ordinate.

15

Die Geschwindigkeiten v_{VR} des v_{HR} sind fast völlig identisch. Das hängt damit zusammen, dass die Kurven anhand einer Kreisfahrt des Fahrzeugs ermittelt, wobei stets nach links gelenkt wurde. Das bedeutet, dass die beiden rechten Räder die kurvenäußeren Räder sind und deshalb nur einen geringen Schlupf und keine Abhebegefahr aufweisen.

20

In Abszissenrichtung ist die Zeit t in Sekunden aufgetragen.

Beim Fahrzeug handelte es sich um ein heckgetriebenes Fahrzeug. Während der aufgezeichneten Testfahrt wird zweimal des Abheben des linken Vorderrades festgestellt:

25

- zum Zeitpunkt 201 findet ein kurzeitiges Abheben des linken Vorderrades statt und
- während des gesamten Zeitintervalles 200 hebt das linke Vorderrad ab.

0

Während des Zeitintervalles 202 wird ein Abheben des linken Hinterrades festgestellt.

Der Aufbau der Vorrichtung zur Erkennung eines querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes ist in Fig. 4 dargestellt.

Dabei haben die Blöcke folgende Bedeutung:

Block 400: Raddrehgeschwindigkeitsermittlungsmittel

5 Block 401: erste Fahrzeugquerdynamikermittlungsmittel

Block 402: zweite Fahrzeugquerdynamikermittlungsmittel

Block 403: Betriebszustandserkennungsmittel

Block 490: erste Sensormittel (z.B. Raddrehzahlsensoren)

0 Block 491: zweite Sensormittel (z.B. Querbearschleunigungssensor

Block 492: Aktormittel (z.B. Bremsen, Motorsteuerung,...) oder Fahrerinformationsmittel (z.B. Display, akustisches Signal,...).

5 Die ersten Sensormittel 490 liefern Ihre Signale an die Raddrehgeschwindigkeitsermittlungsmittel 400. Diese liefern ihre Signale an die ersten Fahrzeugquerdynamikermittlungsmittel 401. Die zweiten Sensormittel 491 liefern Ihre Ausgangssignale an die zweiten Fahrzeugquerdynamikermittlungsmittel 402. Die Blöcke 401 und 402 liefern Ihre Ausgangssignale an
0 die Betriebszustandserkennungsmittel 403. Block 403 liefert seine Ausgangssignale an Block 492.

5

10

Ansprüche

15

20

25

30

1. Verfahren zur Erkennung eines querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes eines Fahrzeugs, bei dem
- für wenigstens ein Rad einer Achse eine die Raddrehzahl beschreibende Größe (v) ermittelt wird,
 - aus wenigstens der einen die Raddrehzahl beschreibenden Größe eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe ($aq1$) ermittelt wird,
 - aus Sensorsignalen wenigstens eine die Fahrzeugquerdynamik beschreibende zweite Größe ($aq2$) ermittelt wird und
 - wenigstens abhängig von der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden ersten Größe ($aq1$) und der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden zweiten Größe ($aq2$) der querdynamisch gefährliche Betriebszustand erkannt wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass,
- der querdynamisch gefährliche Betriebszustand durch das Abheben dieses Rades der Achse von der Fahrbahn oder durch eine diesem Rad unmittelbar drohende Gefahr des Abhebens definiert ist und
 - dass die Ermittlung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes abhängig von dem auf diese Achse wirkenden Motormoment (M_{mot}) erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Rad unmittelbar drohende Gefahr des Abhebens dadurch gekennzeichnet ist, dass der Radschlupf dieses Rades der Achse einen von Null nennenswert verschiedenen Wert hat.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden ersten und zweiten Größe um eine die Querbeschleunigung repräsentierende Größe (a_{q1} , a_{q2}) handelt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Ermittlung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes unterschieden wird, ob es sich bei der Achse um eine angetriebene oder eine nicht angetriebene Achse handelt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass die Achse angetrieben ist (AN), durch Auswertung des auf diese Achse wirkenden Motormoments ermittelt wird, ob sich das Fahrzeug im Zugbetrieb oder im Schubbetrieb befindet.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes nur stattfindet, wenn der Betrag der Querbeschleunigung einen vorgebbaren Schwellenwert (S_1) überschreitet.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der querdynamisch gefährliche Betriebszustand durch Auswertung von Ungleichungen ermittelt wird, in welche die die Fahrzeugquerdynamik beschreibende erste Größe (a_{q1}) und die die Fahrzeugquerdynamik beschreibende zweite Größe (a_{q2}) eingehen und dass die Form der Ungleichungen durch das auf die Achse des Rades wirkende Motormoment (M_{mot}) bestimmt wird.

8. Vorrichtung zur Erkennung eines querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes eines Fahrzeugs, welche über

- Raddrehgeschwindigkeitsermittlungsmittel zur Ermittlung einer die Raddrehzahl beschreibenden Größe (v) für wenigstens ein Rad einer Achse,

- erste Fahrzeugquerdynamikermittlungsmittel zur Ermittlung einer die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden ersten Größe (aq1) aus wenigstens der einen die Raddrehzahl beschreibenden Größe,

- zweite Fahrzeugquerdynamikermittlungsmittel zur Ermittlung einer die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden zweiten Größe (aq2) aus wenigstens Sensorsignalen und

- Betriebszustandserkennungsmitteln zur Erkennung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes wenigstens abhängig von der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden ersten Größe (aq1) und der die Fahrzeugquerdynamik beschreibenden zweiten Größe (aq2),

verfügt und dadurch gekennzeichnet ist, dass,

- der querdynamisch gefährliche Betriebszustand durch das Abheben dieses Rades dieser Achse von der Fahrbahn oder durch eine diesem Rad unmittelbar drohende Gefahr des Abhebens definiert ist und

- dass die Betriebszustandserkennungsmittel so ausgestaltet sind, dass die Ermittlung des querdynamisch gefährlichen Betriebszustandes abhängig von dem auf diese Achse wirkenden Motormoment (Mmot) erfolgt.

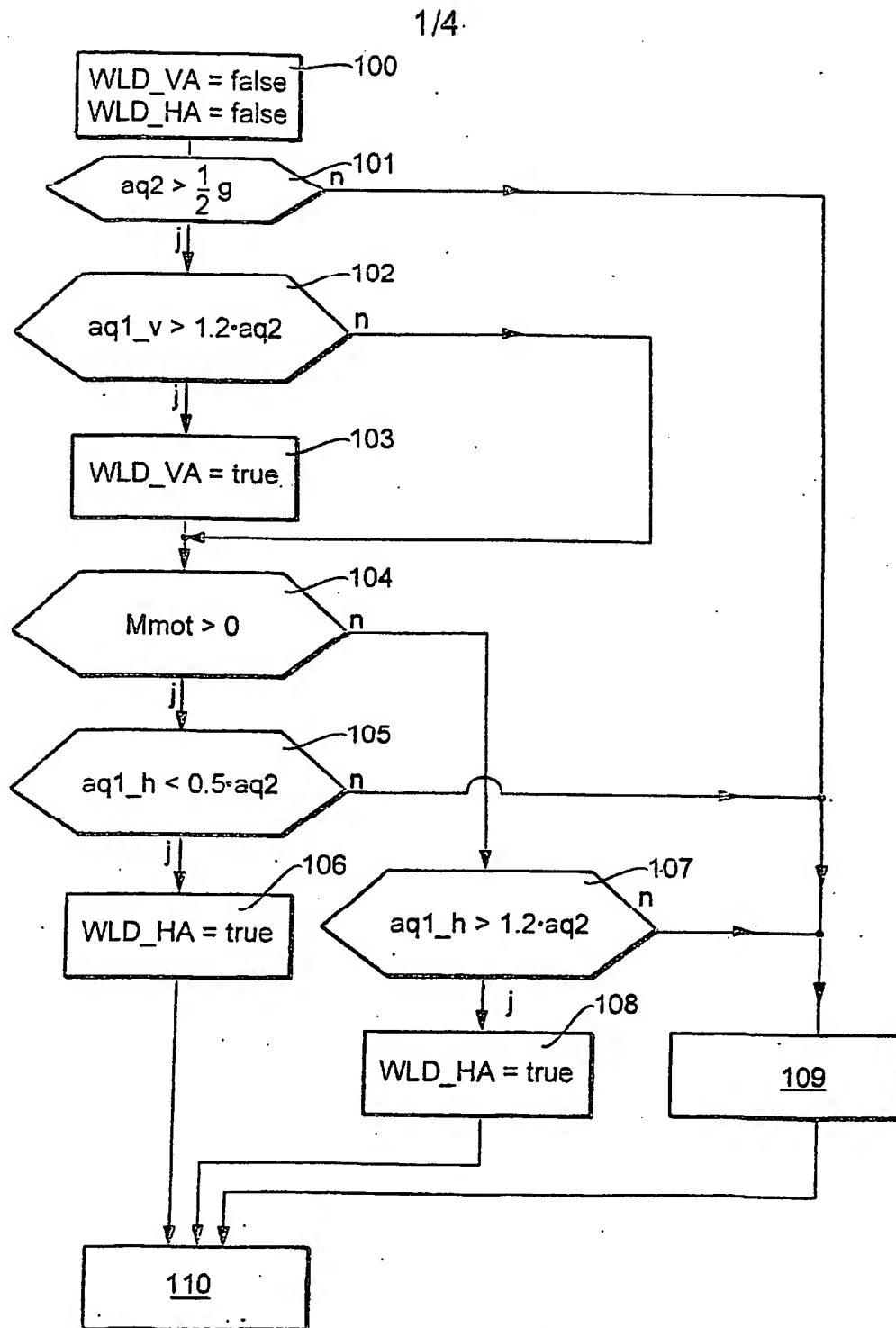


Fig. 1

2/4

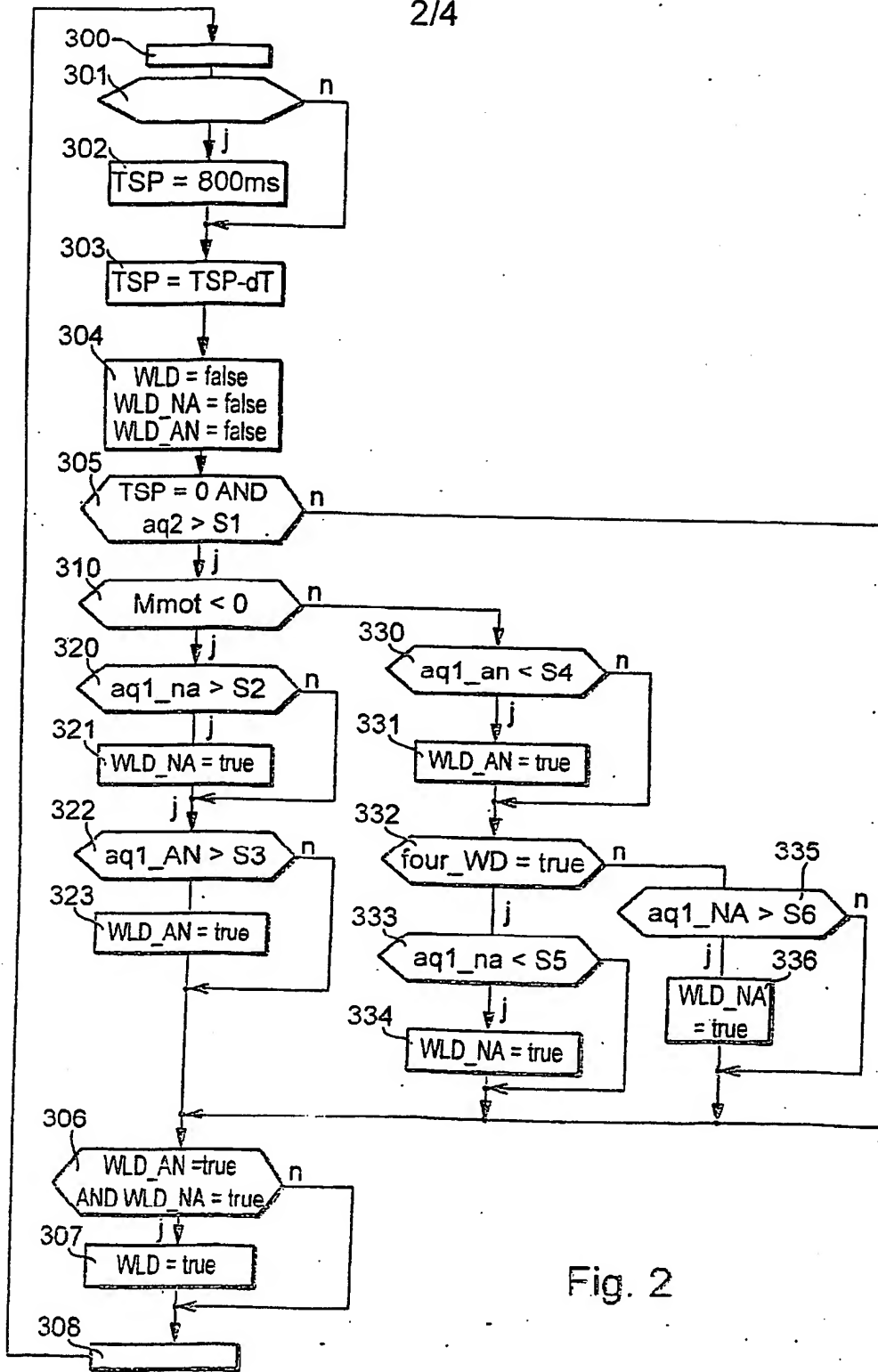
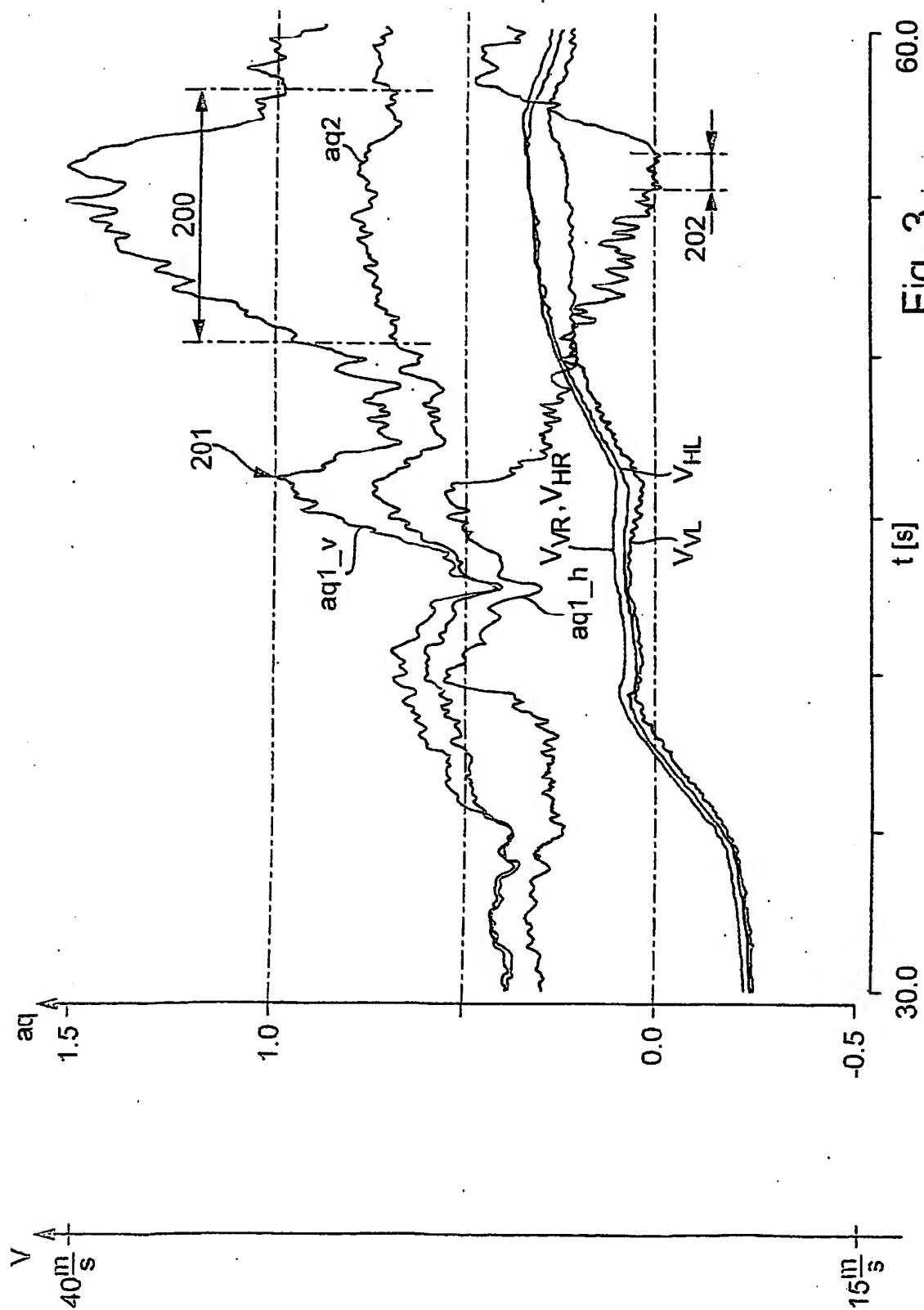


Fig. 2

3/4



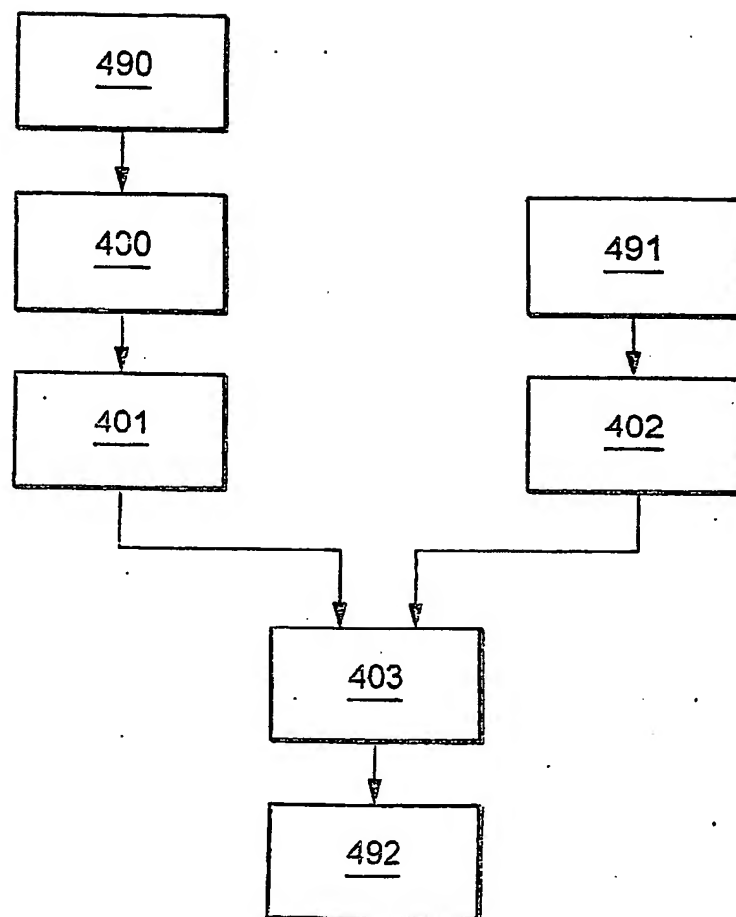


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. application No
PCT/DE 03/00250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60R16/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60R B60T B60G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 321 141 B1 (LEIMBACH KLAUS-DIETER) 20 November 2001 (2001-11-20) the whole document	1-6,8
A	DE 198 30 190 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 21 October 1999 (1999-10-21) the whole document	1-6,8
A	EP 0 758 601 A (MAN NUTZFAHRZEUGE AG) 19 February 1997 (1997-02-19) the whole document	1-6,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 June 2003

Date of mailing of the international search report

16/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5516 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Geyer, J-L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Internu pplication No

PCT/DE 03/00250

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6321141	B1	20-11-2001	DE 19751839 A1 27-05-1999
			WO 9926810 A1 03-06-1999
			EP 0975491 A1 02-02-2000
			JP 2001511738 T 14-08-2001
DE 19830190	A	21-10-1999	DE 19830190 A1 21-10-1999
			WO 9930941 A1 24-06-1999
			EP 1040035 A1 04-10-2000
			US 6366844 B1 02-04-2002
EP 0758601	A	19-02-1997	DE 19529539 A1 13-02-1997
			DE 59608299 D1 10-01-2002
			EP 0758601 A2 19-02-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internal Aktenzeichen

PCT/DE 03/00250

A. KLASSTFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60R16/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60R B60T B60G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, WPI Data, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 321 141 B1 (LEIMBACH KLAUS-DIETER) 20. November 2001 (2001-11-20) das ganze Dokument	1-6,8
A	DE 198 30 190 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 21. Oktober 1999 (1999-10-21) das ganze Dokument	1-6,8
A	EP 0 758 601 A (MAN NUTZFAHRZEUGE AG) 19. Februar 1997 (1997-02-19) das ganze Dokument	1-6,8



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausübung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

S Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Juni 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/06/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Geyer, J-L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Abkürzungen

PCT/DE 03/00250

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6321141	B1	20-11-2001	DE	19751839 A1	27-05-1999
			WO	9926810 A1	03-06-1999
			EP	0975491 A1	02-02-2000
			JP	2001511738 T	14-08-2001
DE 19830190	A	21-10-1999	DE	19830190 A1	21-10-1999
			WO	9930941 A1	24-06-1999
			EP	1040035 A1	04-10-2000
			US	6366844 B1	02-04-2002
EP 0758601	A	19-02-1997	DE	19529539 A1	13-02-1997
			DE	59608299 D1	10-01-2002
			EP	0758601 A2	19-02-1997